



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

Attività di monitoraggio nazionale nell'ambito del Piano di Azione del lupo  
ai sensi della Convenzione ISPRA-MITE

Relazione tecnica

# **STRATEGIA DI MONITORAGGIO NAZIONALE DELLA DISTRIBUZIONE E ABBONDANZA DEL LUPO**

Aprile 2022

Autori della relazione tecnica: La Morgia V.<sup>1</sup>, Marucco F.<sup>2</sup>, Gervasi V.<sup>3</sup>, De Angelis D.<sup>3</sup>, Aragno P.<sup>4</sup>, Salvatori V.<sup>5</sup>, Genovesi, P.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ISPRA – Dipartimento BIO, Area per l’epidemiologia, l’ecologia e la gestione della fauna stanziale e degli habitat

<sup>2</sup> Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi

<sup>3</sup> Federparchi (Federazione Italiana dei Parchi e delle Riserve Naturali)

<sup>4</sup> Dipartimento BIO, Area per i pareri tecnici e per le strategie di conservazione e gestione del patrimonio faunistico nazionale e per la mitigazione di danni ed impatti

<sup>5</sup> ISPRA – Dipartimento BIO, Servizio Coordinamento Fauna Selvatica

***Ringraziamenti:***

*La redazione della presente strategia è stata resa possibile soltanto grazie al lavoro condotto a partire dal 2020 da molti ricercatori, tecnici, enti, professionisti e volontari che hanno fornito un contributo essenziale, in particolare alla realizzazione dell’indagine 2020/2021. Si ringraziano calorosamente tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione del progetto.*

***Indicazione per la citazione:***

La Morgia V., Marucco F., Gervasi V., De Angelis D., Aragno P., Salvatori, V., Genovesi, P., 2022. Strategia di monitoraggio nazionale della distribuzione e abbondanza del lupo. Relazione tecnica realizzata nell’ambito della convenzione ISPRA- Ministero della Transizione Ecologica “Attività di monitoraggio nazionale nell’ambito del Piano di Azione del lupo”.

## Indice

<b>1 INTRODUZIONE E OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO NAZIONALE DELLO STATUS DELLA POPOLAZIONE DI LUPO IN ITALIA</b>	<b>1</b>
<b>2 MONITORAGGIO DELLA DISTRIBUZIONE E ABBONDANZA DEL LUPO</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Monitoraggio nelle Regioni dell'Italia peninsulare</b>	<b>2</b>
2.1.1 Simulazioni per la valutazione del design analitico	2
2.1.2 Scenari di campionamento	4
<b>2.2 Monitoraggio nelle Regioni della Zona Alpi</b>	<b>6</b>
<b>3 CONCLUSIONI</b>	<b>8</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>10</b>

# 1 INTRODUZIONE E OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO NAZIONALE DELLO STATUS DELLA POPOLAZIONE DI LUPO IN ITALIA

L'indagine (*survey*) nazionale 2020-2021 ha avuto come obiettivo principale quello di stimare, per la prima volta a scala italiana, la *consistenza* (intesa come numero di individui) e la *distribuzione* (*range* minimo occupato) della specie.

Per perseguire tali obiettivi, è stato realizzato un campionamento coordinato in tutte le Regioni della penisola, basato su un approccio e protocolli condivisi, pur con alcune differenze di campionamento già dettagliate nella relazione generale "Stima della distribuzione e consistenza del lupo a scala nazionale 2020/2021" e relativi Allegati 1 e 2.

Il raggiungimento degli obiettivi specifici è stato reso possibile da un intenso lavoro di coordinamento del *network* di operatori di campo formati e coordinati a scala nazionale, che ha costituito una delle principali sfide affrontate nel corso dell'indagine, soprattutto nel contesto appenninico. L'ottenimento della stima è stato poi possibile soltanto grazie all'adozione dei più avanzati approcci analitici e alla collaborazione di diversi tecnici e ricercatori, italiani e stranieri. Da questo punto di vista, le difficoltà incontrate, e che hanno richiesto particolare attenzione per la loro risoluzione, sono state legate all'estrapolazione dei dati di densità dalle aree campione individuate nelle regioni dell'Italia peninsulare al resto del territorio, ma anche, sia per le Alpi sia per il resto della penisola, alla stima del numero di individui nelle zone di alta densità. In queste aree, infatti, è necessario un elevato numero di ricatture degli individui per garantire l'accuratezza delle stime, e questo implica la necessità di applicare uno sforzo notevole anche in termini di analisi di laboratorio.

Il campionamento, che ha permesso anche di raccogliere informazioni fondamentali sul fenomeno dell'ibridazione cane-lupo, ha portato ad una stima nazionale di 3.307 individui, caratterizzata da una precisione molto buona, *i.e.* con un coefficiente di variazione inferiore al 10% (intervallo di credibilità 95% = 2.945 - 3.608). A partire da questo risultato, il presente documento illustra le **prospettive per il monitoraggio nel tempo** dei parametri stimati per la prima volta a scala nazionale, principalmente delle attività che dovrebbero essere previste **per valutare quantitativamente variazioni nella consistenza e nella distribuzione** della popolazione a scala nazionale. Anche in questo caso, le prospettive di monitoraggio mantengono un approccio di base comune ma sono declinate nelle regioni della Zona Alpi e nell'Italia peninsulare tenendo conto, nel medio termine, delle attività che saranno svolte nell'ambito del Progetto LIFE WolfApls EU, ma soprattutto considerando le differenze tra le due zone in termini di dinamiche di popolazione della specie e, in generale, le differenze dei due contesti ecologici.

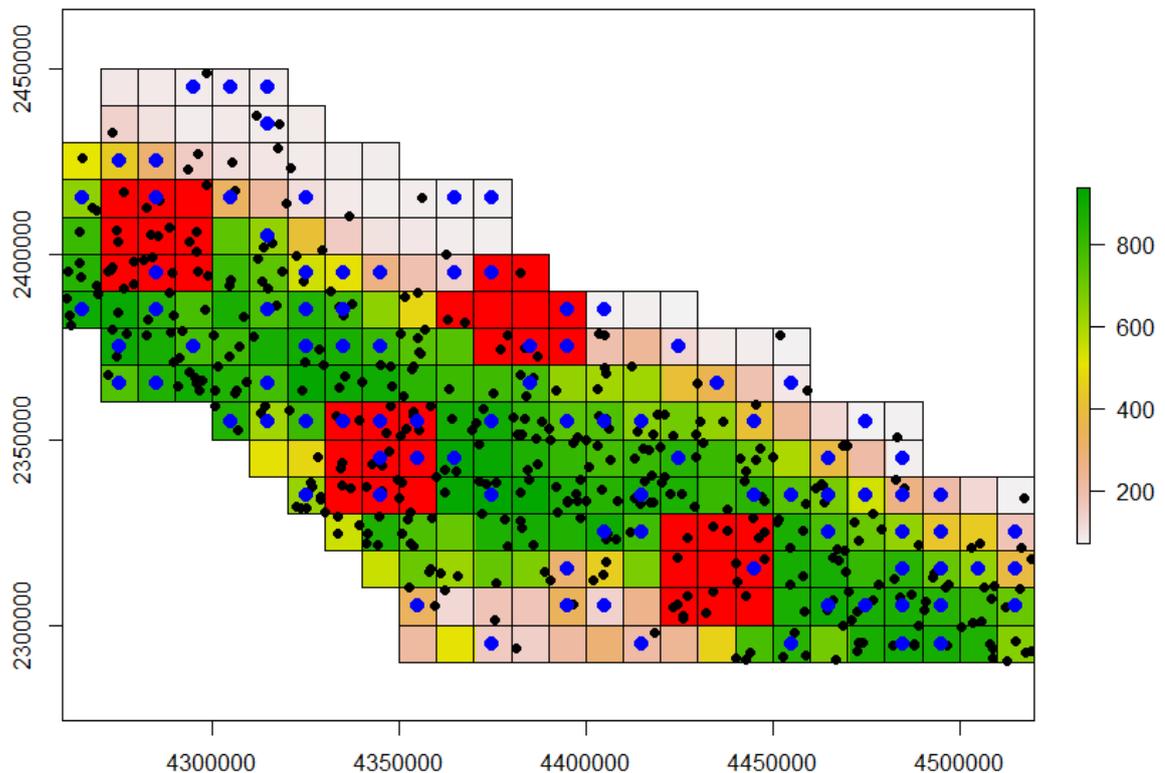
## 2 MONITORAGGIO DELLA DISTRIBUZIONE E ABBONDANZA DEL LUPO

### 2.1 Monitoraggio nelle Regioni dell'Italia peninsulare

Come dettagliato nella relazione tecnica “La popolazione di lupo nelle Regioni dell'Italia peninsulare 2020-2021” (Aragno et al. 2022), la stima della distribuzione e consistenza del lupo in Italia peninsulare è stata ottenuta attraverso lo sviluppo di *occupancy models* (MacKenzie et al. 2017) e attraverso l'applicazione di un modello appartenente alla famiglia degli *Spatially-Explicit Capture-Recapture Models* (SECR, Efford 2004). Questi ultimi, in particolare, sono stati applicati in un contesto di modellizzazione integrata, che ha permesso non solo di utilizzare simultaneamente tipi di dati diversi (quali ad esempio dati generici di sola presenza della specie, conte numeriche, dati derivati da campionamento genetico, etc.), ma anche di stimare simultaneamente tutti i parametri di interesse, integrando le informazioni contenute in ognuno dei *dataset* utilizzati e ottenendo così un miglioramento di precisione ed accuratezza delle stime. Una delle principali sfide incontrate nell'ambito di questa procedura analitica è stata quella di dover estrapolare le stime delle variabili di interesse (*detection probability*, *occupancy*, densità) dalle celle campionate verso le celle non sottoposte a campionamento. Tale estrapolazione è stata basata sia su funzioni di autocorrelazione spaziale, sia sull'utilizzo di covariate ambientali e della loro correlazione con la probabilità di *occupancy*. In questo processo, risulta fondamentale garantire che le celle campionate siano sufficienti a rappresentare il contesto ecologico. D'altro canto, lo sforzo di campionamento richiesto deve essere efficiente per permettere l'ottimizzazione della raccolta dei dati, in un'ottica di minimizzazione del rapporto costi/benefici del monitoraggio soprattutto su lungo termine. Per questo motivo, dopo aver prodotto le stime di distribuzione ed abbondanza per la popolazione di lupi nell'Italia peninsulare, si è costruito un *design* di simulazione, per valutare se e in quale misura le stime ottenute abbiano una buona probabilità di avvicinarsi ai valori reali dei parametri oggetto di studio, e quale sforzo sia meglio applicare in futuro.

#### 2.1.1 Simulazioni per la valutazione del design analitico

Per le simulazioni volte a valutare criticamente il *design* adottato e ad individuare eventuali modifiche da apportare in futuro, è stata costruita un'area simulata di 24.000 km<sup>2</sup>, corrispondente all'incirca al 15% della superficie dell'area di studio reale. Tale riduzione dell'area simulata rispetto all'area reale è dovuta ai lunghi tempi di esecuzione dei modelli SECR, che altrimenti non avrebbero consentito la realizzazione delle simulazioni per un appropriato numero di iterazioni. L'area simulata è stata suddivisa in 240 celle di 10x10 km, e a tale griglia è stato sovrapposto un raster di idoneità simulato, con un alto livello di autocorrelazione spaziale (Figura 1). Successivamente, in tale ambiente simulato è stata generata una popolazione di lupi con una densità media di 1,6 lupi/100 km<sup>2</sup> e una variazione locale di densità che fosse funzione del valore di idoneità ambientale di ogni cella nell'area di studio. Ciò ha prodotto una popolazione complessiva di circa 400 lupi, con una distribuzione disomogenea e spazialmente autocorrelata dei centri di attività, e con valori di densità locale compresi tra 0 e circa 11 lupi/100 km<sup>2</sup> (Figura 1).



*Figura 1 – Rappresentazione spaziale del design di simulazione utilizzato per valutare le performance del design analitico integrato nella stima della distribuzione e abbondanza del lupo in area appenninica. L'area simulata è suddivisa in celle di 10x10km. Il colore delle celle rappresenta il grado di idoneità ambientale simulata per il lupo (verde più idoneo, giallo e arancione meno idoneo). I punti indicati in nero rappresentano i centri di attività simulati dei lupi, le celle indicate in rosso sono quelle in cui è stato simulato in campionamento genetico intensivo, mentre i punti indicati in blu identificano le celle in cui è stato simulato il campionamento estensivo dei soli segni di presenza.*

Dopo aver generato la popolazione simulata di lupi, sono state selezionate casualmente delle aree intensive di numero e dimensioni variabili. In particolare, la proporzione di area complessiva sottoposta a campionamento intensivo è stata fatta variare tra il 5% e il 25%, mentre le dimensioni di ciascuna area intensiva sono state fatte variare tra i 100 km<sup>2</sup> e 2.500 km<sup>2</sup>. All'interno delle aree intensive così selezionate è stato poi simulato un campionamento genetico non invasivo, in cui la probabilità di cattura per ogni cella fosse funzione di un valore simulato di sforzo di campionamento (generato in modo casuale all'interno di ogni cella), mentre la popolazione di lupi è stata suddivisa in due gruppi, uno ad alta ed uno a bassa probabilità di cattura. Tutti i parametri utilizzati per simulare il campionamento sono stati definiti in base ai valori prodotti dal modello integrato sui dati reali, in modo da ottenere condizioni di campionamento il più possibile simili a quelle dell'effettivo campionamento della popolazione.

In aggiunta, è stato selezionata casualmente un'ulteriore proporzione di celle, compresa nell'intervallo 0-25%, all'interno delle quali è stato simulato un campionamento di soli segni di

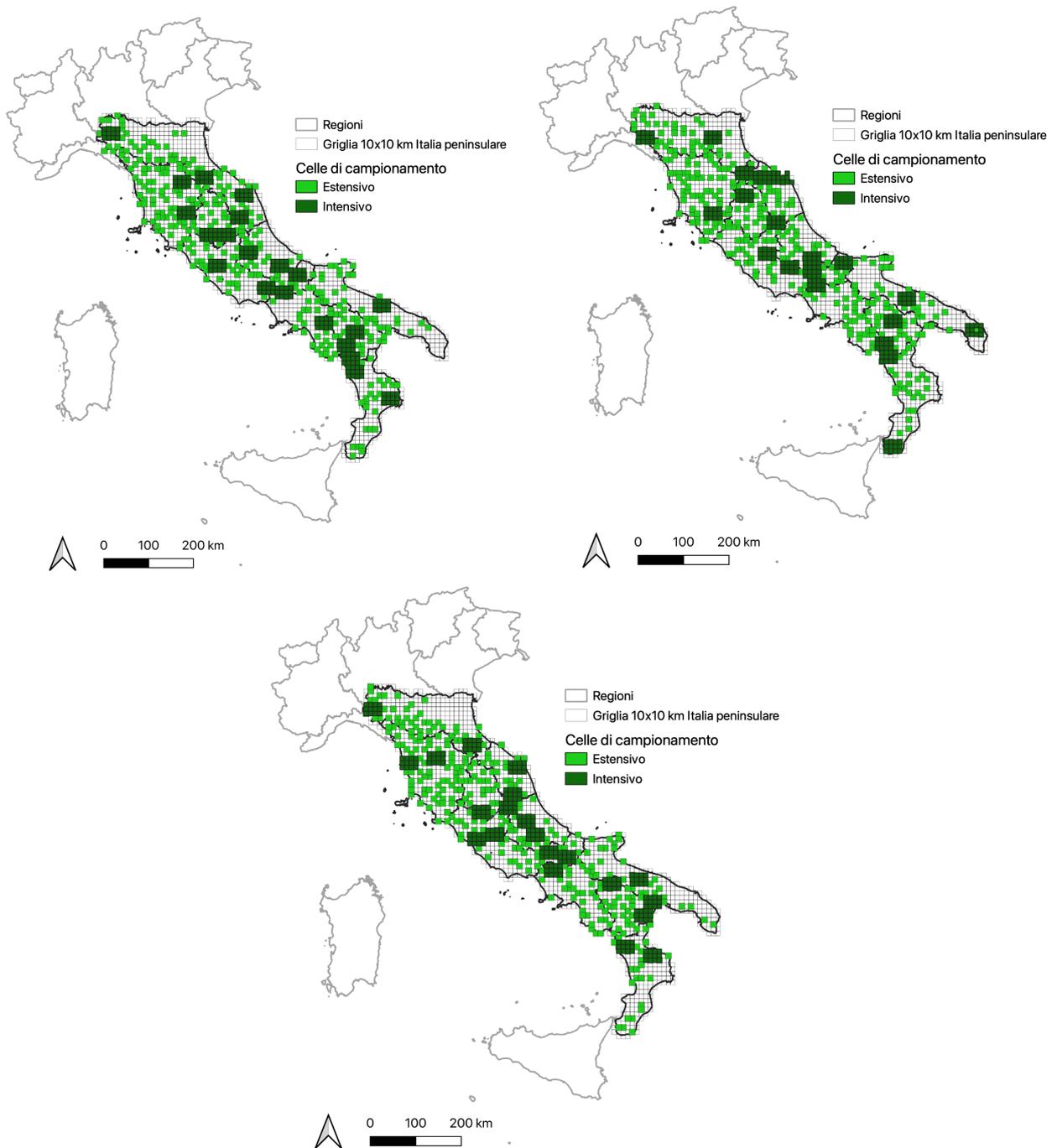
presenza della specie, senza identificazione individuale. Anche in questo caso, la probabilità di *detection* è stata posta funzione di uno sforzo simulato e di un valore di eterogeneità individuale tra celle.

I due tipi di campionamento simulati (genetico e di segni di presenza) hanno prodotto delle matrici di dati del tutto simili a quelle utilizzate per l'analisi dei dati reali. A questo punto, i dati simulati sono stati analizzati con il modello integrato applicato nel caso reale, in modo da valutare le *performance* di ogni design, in termini di *bias* e precisione, individuando così la combinazione di parametri associata alle migliori performance analitiche. Le simulazioni sono state condotte su un totale di 1000 iterazioni, e le performance di ogni modello sono state valutate sia per l'*occupancy* che per l'abbondanza in termini di *bias* relativo, di precisione espressa come coefficiente di variazione e di copertura degli intervalli di confidenza.

### 2.1.2 Scenari di campionamento

Le simulazioni effettuate hanno consentito, in ultima analisi, di delineare uno scenario di sforzo di campionamento ottimale, sia in termini di area da sottoporre a campionamento estensivo per la stima dell'*occupancy*, sia in termini di aree da campionare in modo intensivo per la stima delle densità. Mantenendo quindi il *design* già adottato per l'indagine 2020-2021, un campionamento ottimale prevedrebbe una **lieve riduzione delle aree a campionamento estensivo (23% delle celle)**, ma un **incremento dello sforzo per il campionamento intensivo, portando l'area totale sottoposta a campionamento genetico al 21% dell'area complessiva, rispetto al 13% adottato per il campionamento 2020-2021**. Inoltre, le dimensioni ottimali di ogni area intensiva sono risultate pari a 1.200 km<sup>2</sup>. Ne consegue che per la definizione dello scenario ottimale occorrerebbe individuare **2 aree intensive di 12 celle ciascuna per ciascuna Regione amministrativa, per un totale di 22 aree intensive**.

Al fine di fornire una rappresentazione indicativa dello schema di campionamento ipotizzato, la mappa ottenuta tramite l'analisi di *occupancy* è stata utilizzata come base per una nuova stratificazione del territorio dell'Italia peninsulare, considerando come celle dello strato A quelle con stima dell'*occupancy* maggiore di 0,66, celle dello strato B quelle corrispondenti ad un valore di *occupancy* compreso tra 0,33 e 0,66, e celle dello strato C tutte quelle con valore di *occupancy* inferiore a 0,33. Tutte le altre celle sono state attribuite allo strato D. Sono state attribuite allo strato B anche alcune celle esterne all'area interessata dal modello di *occupancy* per il 2020-2021, ma nelle quali sono disponibili dati di presenza della specie raccolti secondo le indicazioni delle linee guida (Marucco et al. 2020). La riclassificazione delle celle 10x10 km secondo queste regole è stata utilizzata come base per ri-applicare l'algoritmo di campionamento spazialmente bilanciato (Stevens e Olsen 2004) adottato per l'indagine 2020-2021. In Figura 2 sono riportati tre possibili realizzazioni del campionamento basato sull'applicazione di tale algoritmo.



*Figura 2 – Realizzazioni del design basato sull’algoritmo stratificato spazialmente bilanciato per la selezione delle celle di campionamento. Le figure mostrano tre possibili ‘scenari’ alternativi, tutti basati sullo stesso algoritmo e sulla selezione del 23% di celle da campionare in modo estensivo, e di circa 2 aree intensive per regione.*

## 2.2 Monitoraggio nelle Regioni della Zona Alpi

La stima della distribuzione e della consistenza del lupo nelle regioni alpine italiane è stata ottenuta grazie ad un grande sforzo di campionamento, come dettagliato nella relazione tecnica “La popolazione di lupo nelle Regioni Alpine Italiane 2020-2021” (Marucco et al. 2022). Tale relazione descrive la strategia ed i risultati del primo campionamento nazionale, avvenuto nel 2020-2021, condotto con un approccio omogeneo e coordinato in tutta Italia, ma che al tempo stesso è stato diversamente declinato per tenere conto delle differenze riscontrate tra la zona Alpi e la zona dell’Italia Peninsulare. Anche la prosecuzione del monitoraggio nel tempo dei due parametri di popolazione (la distribuzione e consistenza), è programmata diversamente tra regioni alpine e appenniniche. Per le regioni alpine si continuerà un monitoraggio dei due parametri fino al 2023-2024, anno in cui avrà termine il progetto LIFE WolfAlps EU. Tale progetto permette quindi la continuazione del monitoraggio dei parametri, garantendo un coordinamento tra le Regioni alpine italiane fino al 2024. Inoltre, nell’ambito di questo progetto internazionale è anche richiesto un coordinamento con le altre nazioni alpine. La strategia per la combinazione dei dati a scala internazionale fino al 2024 è specificata nel documento del Wolf Alpine Group (WAG 2022). Per le regioni alpine italiane, per il conseguimento dell’obiettivo di monitoraggio si prevede quindi di replicare il campionamento condotto nel 2020-2021, seguendo gli indirizzi della strategia internazionale e sulla base delle linee guida e i protocolli nazionali (Marucco et al. 2020), per gli anni 2021-2022, 2022-2023 e 2023-2024. Per ogni anno il campionamento è organizzato in modo sistematico e opportunistico su tutte le celle di possibile presenza, sulla base dei risultati dell’anno precedente, ed in modo opportunistico su tutte le celle delle regioni, come indicato in Marucco et al. (2020). Questo permette di avere una valutazione della distribuzione minima ogni anno fino al 2023-2024, e un’indicazione del relativo *trend*. Diversamente, per la stima della consistenza della popolazione tramite l’applicazione di un modello di *Spatially-Explicit Capture-Recapture Models* (SECR, Efford 2004), è necessario un contributo economico importante per le analisi genetiche da condurre per una stima dei genotipi e delle relative ricatture (come dettagliato sempre nella relazione tecnica “La popolazione di lupo nelle Regioni Alpine Italiane 2020-2021”, Marucco et al. 2022). Quindi si predispongono la prossima stima della consistenza unicamente nel 2023-2024, in contemporanea con tutte le altre nazioni alpine, come indicato nel WAG (2022). E’ infatti fondamentale definire delle finestre temporali contemporanee per ottenere queste stime, considerando che anche altre nazioni alpine non sono più in grado di stimare annualmente questo parametro. Riassumendo, nelle Regioni alpine italiane la distribuzione e la consistenza della popolazione saranno monitorate e nuovamente stimate seguendo le linee guida nazionali (Marucco et al. 2020) e seguendo le tempistiche in Tabella 1. Nel 2024 verrà eseguita un’ulteriore rivalutazione della strategia di campionamento per ottimizzare lo sforzo e i costi nel lungo termine, e verrà valutata una possibile replica nazionale.

Parametro	Anno di campionamento			
	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Distribuzione	x	x	x	x
Consistenza - Numero di lupi	x			x
Consistenza - Numero di unità riproduttive (branchi/coppie)	x			x

*Tabella 1 – Prospettiva temporale di campionamento dei parametri di consistenza e distribuzione per le regioni alpine italiane.*

### 3 CONCLUSIONI

Il percorso che ha portato alla prima stima nazionale di distribuzione e consistenza della popolazione di lupo si è basato sulla definizione di una prima strategia di monitoraggio complessiva (Aragno et al. 2019), rispetto alla quale l'indagine realizzata nel 2020-2021 si configura come un primo *step* volto a perseguire obiettivi specifici e a porre le basi per una valutazione, nel corso del tempo, delle eventuali variazioni nello *status* della specie.

In questo percorso sono emerse numerose criticità e sono state affrontate diverse difficoltà legate, in primo luogo, alla necessità di ottimizzare la raccolta dei dati tenendo conto delle risorse disponibili. Questo ha portato, ad esempio, alla necessità di definire un disegno di campionamento specifico per l'Italia peninsulare, nella quale non era possibile raccogliere dati in tutte le celle di potenziale presenza della specie, come invece nelle regioni della zona Alpi. Le scelte effettuate in ambito di definizione del disegno di campionamento hanno avuto delle ricadute sugli approcci analitici usati per ottenere le stime di distribuzione e consistenza, individuati come principali parametri di interesse della prima indagine. In tutto il territorio nazionale, l'ottenimento di tali stime ha anche dovuto affrontare criticità comuni, come quelle legate alle stime nelle aree ad elevata densità di animali e, dal punto di vista pratico, di realizzazione delle attività di campo, quelle legate al reclutamento, formazione e coordinamento di un numero sufficiente di operatori per la raccolta dei dati.

Nonostante le criticità e le difficoltà incontrate, i risultati ottenuti sono andati oltre le aspettative. Grazie alle attività realizzate a partire dal 2020, è oggi disponibile la prima stima nazionale della distribuzione e della consistenza del lupo. Entrambe le stime sono corredate da valutazioni della precisione dei dati, ed in particolare la stima di consistenza è caratterizzata da una 'forchetta' di variazione (tecnicamente, un intervallo di credibilità della stima) estremamente ridotta.

La precisione raggiunta dalle stime permette di concludere che indagini come quella realizzata nel 2020-2021, se replicate nel tempo, potranno permettere di rilevare *trend* significativi nella popolazione. Perché questo sia possibile, è però necessario che la raccolta dei dati sia realizzata in contemporanea su tutto il territorio nazionale, in maniera coordinata e con tempistiche adeguate. In base all'analisi critica dei risultati ottenuti, e tenendo conto in particolare per l'Italia peninsulare delle analisi condotte per l'ottimizzazione dello sforzo di campionamento, è quindi possibile delineare uno scenario di monitoraggio futuro nel quale:

- per la **zona Alpi** sarà garantito, sino al termine del progetto LIFE WolfAlps EU, un **monitoraggio annuale della distribuzione minima, con realizzazione di una nuova survey 2023-2024**, del tutto analoga a quella condotta nel 2020-2021, per la stima di distribuzione e consistenza;
- **per l'intero territorio nazionale** si potrà prevedere, **nel 2027-2028**, una **replica dell'indagine 2020-2021**, ma **con sforzo di campionamento ridistribuito e ricalibrato** sulla base dei risultati ottenuti; questi ultimi hanno in effetti permesso di delineare possibili scenari di campionamento dal punto di vista spaziale, e in generale le stime ed i relativi intervalli di credibilità ottenuti hanno indicato che **un intervallo di circa 8 anni risulterebbe appropriato per rilevare trend di consistenza** delle popolazione dell'ordine di alcuni punti percentuale (e.g., possibilità di rilevare *trend* del 3-4% di incremento numerico).

La realizzazione di nuove indagini non potrà ovviamente prescindere dal mantenimento del *network* di operatori per il monitoraggio del lupo e potrà identificare nuovi obiettivi specifici, in affiancamento a quelli relativi alla stima di distribuzione e consistenza. I dati raccolti nell'indagine 2020-2021 pongono anche le basi per una eventuale impostazione di un disegno di campionamento *ad hoc* per la prevalenza dell'ibridazione, che, come esplicitato sin dalle prime fasi di definizione

della strategia, rappresenta una delle principali minacce per la conservazione della specie. In questo quadro, occorre precisare che, come indicato nei report tecnici relativi alla zona Alpi e all'Italia peninsulare, la presenza di ibridi appare allo stato attuale puntuale e più facilmente gestibile nelle regioni alpine, mentre nell'area appenninica essa rappresenta una minaccia sicuramente più diffusa e di più complessa gestione. Informazioni di dettaglio e indicazioni sulle prospettive future in termini di monitoraggio dell'ibridazione sono fornite in Caniglia et al. (2022). In ogni caso, il mantenimento nel tempo di una rete nazionale di operatori formati e coordinati per il monitoraggio del lupo è uno dei risultati più importanti di questo lavoro, patrimonio importante per la conservazione della biodiversità a scala nazionale nel lungo termine.

## BIBLIOGRAFIA

- Aragno, P., La Morgia, V., Caniglia, R., Fabbri, E., Greco, C., Mucci, N., Genovesi P., 2019. Attività di monitoraggio nazionale nell'ambito del Piano di Azione del lupo. Seconda relazione. Aprile 2019. Convenzione ISPRA-MATTM.
- Aragno P., Salvatori V., Caniglia R., De Angelis D., Fabbri E., Gervasi V., La Morgia V., Marucco F., Mucci N., Velli E., Genovesi P., 2022. La popolazione di lupo nelle regioni dell'Italia peninsulare 2020/2021. Relazione tecnica realizzata nell'ambito della convenzione ISPRA-Ministero della Transizione Ecologica "Attività di monitoraggio nazionale nell'ambito del Piano di Azione del lupo".
- Caniglia R., Fabbri E., Velli E., Mattucci F., Battilani D., Aragno P., Genovesi P., Salvatori V., Mucci N., 2022. Il monitoraggio molecolare del fenomeno dell'ibridazione antropogenica tra lupo e cane domestico in Italia peninsulare. Relazione tecnica realizzata nell'ambito della convenzione ISPRA-Ministero della Transizione Ecologica "Attività di monitoraggio nazionale nell'ambito del Piano di Azione del lupo".
- Efford, M., 2004. Density estimation in live-trapping studies. *Oikos* 106: 598 /610.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L.L., Hines, J.E., 2017. *Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence*. 2nd edition. Elsevier, San Diego, California, USA.
- Marucco F., E. Avanzinelli, M. V. Boiani, A. Menzano, S. Perrone, P. Dupont, R. Bischof, C. Milleret, A. von Hardenberg, K. Pilgrim, F. Bisi, G. Bombieri, S. Calderola, S. Carolfi, C. Chioso, U. Fattori, P. Ferrari, L. Pedrotti, D. Righetti, M. Tomasella, F. Truc, P. Aragno, V. La Morgia, P. Genovesi (2022). La popolazione di lupo nelle regioni alpine Italiane 2020-2021. Relazione tecnica dell'Attività di monitoraggio nazionale nell'ambito del Piano di Azione del lupo ai sensi della Convenzione ISPRA-MITE e nell'ambito del Progetto LIFE 18 NAT/IT/000972 WOLFALPS EU.
- Marucco F., La Morgia V., Aragno P., Salvatori V., Caniglia R., Fabbri E., Mucci N. e P. Genovesi., 2020. Linee guida e protocolli per il monitoraggio nazionale del lupo in Italia. Realizzate nell'ambito della convenzione ISPRA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ora Ministero per la Transizione Ecologica) per "Attività di monitoraggio nazionale nell'ambito del Piano di Azione del lupo".
- Stevens, D.L., Jr., Olsen, A.R., 2004. Spatially Balanced Sampling of Natural Resources. *Journal of the American Statistical Association* 99, 262–278. doi:10.1198/016214504000000250
- WAG (Wolf Alpine Group), 2022. *The integrated monitoring of the wolf alpine population over 6 countries*. Report for LIFE WolfAlps EU project LIFE18 NAT/IT/000972, Action A5.